

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-005824  
(43)Date of publication of application : 13.01.1998

---

(51)Int.Cl.

B21B 27/03  
B21B 27/03  
B21B 27/00  
C22C 29/02  
// B22F 7/08

---

(21)Application number : 08-158659  
(22)Date of filing : 19.06.1996

(71)Applicant : HITACHI METALS LTD  
(72)Inventor : OHATA TAKUMI  
FUKUZAWA HIROSHI

---

## (54) COMPOSITE ROLL MADE OF SINTERED HARD ALLOY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a composite roll made of a sintered hard alloy for hot rolling mills whose crack resistance and break resistance are improved and also which is excellent in wear resistance and surface roughening resistance.

SOLUTION: A powdery mixture consisting of the hard particles of at least one or more kinds of the carbide, nitride and carbon nitride of 60-90wt.% of group IVa-VIa elements in the periodic table and the balance essentially consisting of metal powder of at least one or more kinds of Fe, Ni, Co, Cr, Mo and W is sintered on the outer periphery of a shaft material consisting of a molten steel base material. Simultaneously, the surface of the outer layer made of a sintered hard alloy which is joined by diffusion is made so as to have compressive residual stress of  $\geq$  100MPa in the circumferential direction.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-5824

(43)公開日 平成10年(1998)1月13日

|                                     |       |        |              |        |
|-------------------------------------|-------|--------|--------------|--------|
| (51) Int.Cl. <sup>6</sup>           | 識別記号  | 序内整理番号 | F I          | 技術表示箇所 |
| B 21 B 27/03                        | 5 1 0 |        | B 21 B 27/03 | 5 1 0  |
|                                     | 5 2 0 |        |              | 5 2 0  |
| 27/00                               |       |        | 27/00        | C      |
|                                     |       |        |              | A      |
| C 22 C 29/02                        |       |        | C 22 C 29/02 | Z      |
| 審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 5 頁) 最終頁に統ぐ |       |        |              |        |

(21)出願番号 特願平8-158659

(71)出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(22)出願日 平成8年(1996)6月19日

(72)発明者 大畠 拓巳

北九州市若松区北浜一丁目9番1号 日立  
金属株式会社若松工場内

(72)発明者 福沢 宏

北九州市若松区北浜一丁目9番1号 日立  
金属株式会社若松工場内

(74)代理人 弁理士 大堀 充

(54)【発明の名称】 超硬合金製複合ロール

(57)【要約】

【課題】 耐亜裂性、耐割損性を向上させると共に、耐摩耗性、耐肌荒れ性に優れた熱間圧延機用の超硬合金製複合ロールを提供する。

【解決手段】 溶製の鋼系材からなる軸材の外周に、周期律表のIVa～VIA族の元素の炭化物、窒化物及び炭窒化物の硬質粒子の少なくとも1種または2種以上を60～90重量%と、残部実質的にFe、Ni、Co、Cr、Mo及びWの少なくとも1種または2種以上の金属粉末とからなる混合粉末を焼結すると同時に拡散接合させた超硬合金製の外層の表面に100MPa以上の円周方向の圧縮残留応力を有することを特徴とする超硬合金製複合ロール。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 溶製の鋼系材からなる軸材の外周に、周期律表のIVa～VIA族の元素の炭化物、窒化物及び炭窒化物の硬質粒子の少なくとも1種または2種以上を60～90重量%と、残部実質的にFe、Ni、Co、Cr、Mo及びWの少なくとも1種または2種以上の金属粉末とからなる混合粉末を焼結すると同時に拡散接合させた超硬合金製の外層の表面に100MPa以上の円周方向の圧縮残留応力を有することを特徴とする超硬合金製複合ロール。

【請求項2】 前記硬質粒子がWC、TiC、TaC、NbC及びVCからなる群から選ばれた少なくとも1種または2種以上であることを特徴とする請求項1に記載の超硬合金製複合ロール。

【請求項3】 前記金属粉末がさらにCr<sub>3</sub>Si、CrSi及びCrSi<sub>2</sub>の少なくとも1種または2種以上からなるCr-Si化合物を0.1～3.0重量%含有することを特徴とする請求項1又は2に記載の超硬合金製複合ロール。

【請求項4】 前記軸材が200～600℃でベナイト変態、もしくは200～850℃でパーライト及びベナイト変態を起こす鉄鋼、鍛鋼、黒鉛鉄鋼、炭素鋼及び合金炭素鋼のいずれかからなることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の超硬合金製複合ロール。

【請求項5】 前記軸材と前記外層との接合境界部に0.01～5mm厚さの傾斜合金層を形成することを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の超硬合金製複合ロール。

【請求項6】 热間薄板圧延機用ロールに用いられることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の超硬合金製複合ロール。

【請求項7】 条鋼及び平鋼等の熱間圧延機用ロールに用いられることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の超硬合金製複合ロール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、超硬合金製の外層を有する超硬合金製複合ロールに関する。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】 従来よりWC-Co系等の超硬合金が熱間圧延機用ロール材として用いられている。超硬合金は他のロール材である鉄鋼や工具鋼に比べて高価であるため、圧延時に被圧延材と直接接触し、耐摩耗性の要求される部分のみに使われるのが考えられる。また、超硬合金製の中空のスリーブを作り、このスリーブを金属製軸材に嵌合する構造のロールがある。

【0003】 超硬合金は硬くて耐摩耗性に優れ、圧縮応力に対しては強いが、衝撃や引張応力に対しては弱いという問題がある。このため、従来の金属製スリーブに対

して行われていた焼嵌め、冷嵌め、圧入等の嵌合方法をそのまま適用することができない。すなわち、超硬合金製スリーブは弾性係数が大きく、変形能に乏しいため、嵌合面に僅かな凹凸があったりすると、嵌合によって局部的に過大な引張応力が発生し、超硬合金製スリーブの破壊強度を超え、スリーブが割れやすいという問題がある。

【0004】 そこで、超硬合金製スリーブを金属製軸材に嵌合する方法として種々提案されている。例えば特開昭60-83708号には、内周部より外周部が漸次厚肉に形成されたスペーサを加熱して膨張せしめた状態で、超硬合金製スリーブ及びディスクスプリングと共に軸材に装入して、固定部材の間に挟み込み、スペーサの冷却収縮によりディスクスプリングに大きい側圧を発生させて、スリーブの側面を押圧固定する方法が開示されている。しかしながら、このような嵌合方法はスペーサ、固定部材等の部材点数が多く組立構造が複雑であるという問題がある。

【0005】 また、従来の超硬合金製複合ロールとして、超硬合金リングとその内側の鋼製リングとの間にろう材を入れて加熱ろう付けしたものや、鋼製リングの外周に超硬合金を鉄包み法により溶着させたものがある。しかしながら、前者のろう付け法ではろう付け層の高温での疲労強度が弱く、圧延使用中に剥離等が発生するという問題がある。また、後者の鉄包み法ではその製造法の限界から高い耐摩耗性を得ることができないという問題がある。

【0006】 本発明の目的は、このような問題点に鑑みてなされたもので、溶製の鋼系材からなる軸材の外周に、焼結法を用いて外層材用の超硬合金の混合粉末を焼結すると同時に拡散接合させて、外層表面に適正な圧縮残留応力を付与することにより、耐亀裂性、耐割損性を向上させると共に、耐摩耗性、耐肌荒れ性に優れた熱間圧延機用の超硬合金製複合ロールを提供することである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明の超硬合金製複合ロールは、溶製の鋼系材からなる軸材の外周に、周期律表のIVa～VIA族の元素の炭化物、窒化物及び炭窒化物の硬質粒子の少なくとも1種または2種以上を60～90重量%と、残部実質的にFe、Ni、Co、Cr、Mo及びWの少なくとも1種または2種以上の金属粉末とからなる混合粉末を焼結すると同時に拡散接合させた超硬合金製の外層の表面に100MPa以上の円周方向の圧縮残留応力を有することを特徴とする。

【0008】 本発明の超硬合金製複合ロールにおいて、前記硬質粒子はWC、TiC、TaC、NbC及びVCからなる群から選ばれた少なくとも1種または2種以上である。また、前記金属粉末はさらにCr<sub>3</sub>Si、CrSi及びCrSi<sub>2</sub>の少なくとも1種または2種以上か

らなるCr-Si化合物を0.1~3.0重量%含有するのが望ましい。

【0009】また前記軸材は200~600℃でペーナイト変態、もしくは200~850℃でパーライト及びペーナイト変態を起こす鉄鋼、鍛鋼、黒鉛鉄鋼、炭素鋼及び合金炭素鋼のいずれかからなる。また前記軸材と超硬合金製の外層との接合境界部に0.01~5mm厚さの傾斜合金層を形成するのが望ましい。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の超硬合金製複合ロールの外層は、周期律表のIVa~VIa族の元素の炭化物、窒化物及び炭窒化物の硬質粒子の少なくとも1種または2種以上を60~90重量%と、残部実質的にFe、Ni、Co、Cr、Mo及びWの少なくとも1種または2種以上の金属粉末との混合粉末を焼結してなる。

【0011】所望に応じてこの混合粉末にCr<sub>3</sub>Si、CrSi、CrSi<sub>2</sub>等のCr-Si化合物粉末を含有させることにより韌性及び耐酸化性を向上できる。

【0012】超硬合金製複合ロールの軸材は、鉄鋼、鍛鋼、黒鉛鉄鋼、炭素鋼、合金炭素鋼などの溶製の鋼系材からなる。軸材に韌性のある鋼系材を用いることにより、外層を形成する超硬合金の脆性を補うことができる。軸材の好ましい組成は、重量%でC: 0.1~2.0、Si: 0.2~1.2、Ni: 0.1~5.0、Cr: 0.1~2.0、Mo: 0.1~3.0、残部実質的にFeである。Cが2.0%を超えると炭化物量又は黒鉛量が過剰になるので、軸材として必要な引張強度、韌性などが確保できない。また、Cが0.1%未満のときは軟弱すぎるので必要な強度が確保できない。このような鋼系材としてSCM鋼、SNCM鋼、SNC鋼等が挙げられる。

【0013】超硬合金製複合ロールは、上記混合粉末を軸材の外周に真空焼結法等の焼結法により拡散接合させることにより形成される。

【0014】外層の超硬合金材の熱膨張率は、軸材の鋼系材の熱膨張率の約1/2~1/3であるため、焼結の降温過程で両材層間に熱応力が発生し、この熱応力が各材層の強度を上回ると破壊に至る。この破壊を防止するために、軸材として、200~600℃でペーナイト変態、もしくは200~850℃でパーライト+ペーナイト変態を起こす鋼系材が好ましい。このような軸材を用いることにより、内外層間の収縮差が小さくなり破壊が起らなくなる。

【0015】本発明の複合ロールでは、拡散接合により超硬合金の外層表面に100MPa以上の円周方向の圧縮残留応力を付与させる。好ましくは200MPa以上を付与させるのがよい。超硬合金の外層表面に100MPa以上の円周方向の圧縮残留応力を付与させると、異常圧延等により表面に引張応力が作用して亀裂が発生するような事態に遭遇しても、この圧縮残留応力により打

ち消されるので、割れや亀裂の進展が阻止される。圧縮残留応力が100MPa未満のときは、この効果が十分に得られない。

【0016】外層を形成する超硬合金の硬質相として、周期律表のIVa~VIa族の元素の炭化物、窒化物及び炭窒化物の硬質粒子の少なくとも1種または2種以上の粉末を用いる。なかでも、炭化物であるWC、TiC、TaC、NbC、VC等の硬質粒子を用いるのが好ましく、特にWCが好ましい。これらの硬質粒子は、外層の基質となるもので、多いほど耐摩耗性に寄与する。硬質粒子の配合量が60重量%未満では耐摩耗性が不十分となり、耐肌荒れ性が不足する。また、90重量%を超えると破壊韌性が低下する。従って、硬質粒子の配合量は60~90重量%とする。

【0017】WC等の硬質粒子の平均粒径は1~10μmとするのが好ましい。硬質粒子の平均粒径が1μm未満であると、外層の破壊韌性が著しく低下する。また、10μmを超えると抗折強度が低下する。外層に高韌性、高強度及び優れた耐摩耗性を付与するため、硬質粒子の平均粒径は3~7μmとするのがより好ましい。また、硬質粒子を十分に均粒化することにより、外層の耐肌荒れ性及び韌性を向上させることができる。

【0018】外層を形成する超硬合金の結合相として、Fe、Ni、Co、Cr、Mo、Wなどの金属は、固溶体の結合相を形成し、外層を強化する。これらの金属粉末はそれぞれ単独で添加してもよいが、複合添加するのが好ましい。金属粉末が10重量%未満では結合相が不十分である。また、40重量%を超えると、外層は極端に硬度が低下するとともに、耐摩耗性が劣化する。従って、結合相を形成する金属粉末の配合量は10~40重量%とする。より好ましい金属粉末の配合量は15~25重量%である。

【0019】上記金属粉末にさらにCr-Si化合物粉末を添加することができる。Cr-Si化合物としては、Cr<sub>3</sub>Si、CrSi、CrSi<sub>2</sub>等が好ましい。Cr-Si化合物粉末は外層の破壊韌性及び耐酸化性を向上させる作用を有する。焼結過程で結合相に固溶したCr-Si化合物は冷却過程で硬質相と結合相との界面に析出するので、二相間の界面エネルギーは上昇し、圧延負荷により発生するクラックの進展を抑制するとともに機械的強度を向上させる。さらに、密着性のあるCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>粒子とSiO<sub>2</sub>粒子を形成して多硬質酸化層の成長を抑制する。このような作用により、Cr-Si化合物を含有する外層は韌性及び耐酸化性を向上できる。

【0020】Cr-Si化合物粉末の配合量が0.1重量%未満では上記効果が十分に得られず、また3.0重量%を超えるとM<sub>6</sub>C相(W<sub>3</sub>C<sub>0.3</sub>C)が析出して韌性が低下する。より好ましいCr-Si化合物粉末の配合量は0.5~1.0重量%である。

【0021】上記配合比の各成分の粉末を、例えばボ-

ルミル等を用いて混合し、乾燥した後分級して混合粉末を作製する。次いで、溶製の鋼系材からなる軸材の外周に混合粉末を充填配備し真空焼結等により焼結する。焼結温度は混合粉末の液相出現温度 + 100°C から液相出現温度 - 100°C の温度範囲であるのが好ましい。混合粉末の液相出現温度は組成により多少異なるが、1250 ~ 1350°C である。焼結時間は 1 ~ 5 時間とするのが好ましい。

【0022】また、軸材の外周面に、外層の超硬合金よりは熱膨張係数が軸材に近づくように、硬質粒子及び結合相の組成を変えた超硬合金の混合粉末を、ペースト状に塗布する等して、0.01 ~ 5 mm 厚さで傾斜合金層を成形するのが好ましい。

#### 【0023】

##### 【実施例】

(実施例 1) 平均粒径がそれぞれ 5 μm の WC 粉末、1 μm の Co 粉末、1 μm の Ni 粉末、1 μm の Cr 粉末、1 μm の CrSi<sub>2</sub> 粉末を表 1 に示す割合(重量 %) で配合し、ポールミルで 20 時間、混合した後、乾燥した。次いで、表 1 に示す焼結温度で 2 時間焼結を行い、超硬合金製の試験片を製作した。

#### 【0024】

表 1

|     | 配合組成 |      |     |     |                   | 焼結温度<br>(°C) |
|-----|------|------|-----|-----|-------------------|--------------|
|     | WC   | Co   | Ni  | Cr  | CrSi <sub>2</sub> |              |
| 実施例 | 84.9 | 10.2 | 4.4 | 0   | 0.5               | 1325         |
| 比較例 | 85.0 | 10.0 | 4.0 | 1.0 | 0                 | 1330         |

【0025】得られた各試験片について、クラック抵抗試験、酸化試験、抗折試験、硬度試験、破壊韌性試験 (KIC) を行った。これらの試験結果を表 2 に示す。

#### 【0026】クラック抵抗試験

平均粒径 3 μm 及び 1 μm のダイヤモンド砥粒を用いて鏡面研磨した試験片の表面に、ピッカース圧子により荷重 1.47 kN で圧痕を 5箇所打ち、圧痕端から伸びたクラック長さ (mm) を測定し、荷重 (kN) / クラック長さ (mm) の値をクラック抵抗 (MN/m) とした。

#### 【0027】酸化試験

各試験片 (13.5 mm × 13.5 mm × 4.6 mm) について、800°C で 1 時間、酸化処理を行い、酸化減量 (mg/cm<sup>2</sup> · h) を測定した。ここで酸化減量とは、加熱保持により形成された酸化物層を除去し、試験片の重量減少値を求める、これを単位面積で割った値である。酸化減量値が小さいほど耐酸化性がよいことを示す。

#### 【0028】抗折試験

各試験片 (4 mm × 8 mm × 30 mm) に支点間距離 25 mm の 4 点曲げ試験を行った。

#### 【0029】硬度試験

鏡面研磨した各試験片に、ピッカース圧子を荷重 294

N で圧痕を 3 箇所打ち、圧痕長さを測定した。

#### 【0030】破壊韌性試験 (KIC)

破壊韌性値 KIC は S E P B 法より求めた。

#### 【0031】

表 2

|                                 |                      | 実施例   | 比較例  |
|---------------------------------|----------------------|-------|------|
| 密度                              | (g/cm <sup>3</sup> ) | 13.9  | 13.8 |
| クラック抵抗 (MN/m)                   |                      | 12.25 | 9.85 |
| 耐酸化性 (mg/cm <sup>2</sup> · h)   |                      | -136  | -250 |
| 硬度 (HV)                         |                      | 920   | 960  |
| 抗折力 (MPa)                       |                      | 2528  | 2448 |
| 破壊韌性値 (MPa · m <sup>1/2</sup> ) |                      | 24.9  | 23.8 |

【0032】表 2 から、本発明の超硬合金はクラック抵抗、耐酸化性、抗折力、破壊韌性値 (KIC) のいずれも良好であった。また、超硬合金中の WC 粒子を SEM で観察した結果、実施例の試験片では WC 粒子は鋭い角を持たなかつたが、比較例の試験片では WC 粒子は鋭い角を有するように成長していた。

【0033】(実施例 2) SNCM 鋼からなる外径 200 mm、長さ 1500 mm の軸材の外周に、平均粒径 5 μm の WC 粉末 8.5 重量 %、1 μm の Co 粉末 9 重量 %、1 μm の Ni 粉末 5.5 重量 %、1 μm の CrSi<sub>2</sub> 粉末 0.5 重量 % からなる混合粉末を充填配備した。次に、温度 1230°C、1 時間の条件で焼結し、外径 330 mm、長さ 500 mm の超硬合金製の外層を有する本発明の超硬合金製複合ロールを得た。

【0034】得られた複合ロールについて、超硬合金の外層表面に歪ゲージを貼付け後、その部分を 40 mm × 40 mm × 40 mm のブロックに切断して、開放法により外層表面に作用している円周方向の圧縮残留応力を測定した。結果、200 MPa 以上の圧縮残留応力を示し、十分な耐亀裂性を有していることを確認できた。

【0035】また、外層と軸材との境界部の接合状態を超音波法により検査したところ、外層は軸材に強固に拡散接合されており、接合不良及びクラックは全く認められなかつた。本発明の超硬合金製複合ロールは、熱間薄板圧延機用ロール、熱間条鋼圧延機用ロールに用いるのに適し、これらの圧延に使用したところ、優れた耐摩耗性、耐肌荒れ性、耐亀裂性、耐割損性を有することが分かった。

#### 【0036】

【発明の効果】本発明の超硬合金製複合ロールは、外層が軸材に焼結と同時に拡散接合されているので、外層表面に適正な圧縮残留応力を付与でき、耐亀裂性、耐割損性に優れている。このため高温かつ高荷重下で使用される熱間圧延用ロールに用いる場合に優れた性能を発揮することができる。

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6  
// B 2 2 F 7/08

識別記号 庁内整理番号  
F I  
B 2 2 F 7/08

技術表示箇所  
A